

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
 INSTITUT NATIONAL
 DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
 PARIS

(11) N° de publication :
 (à n'utiliser que pour les
 commandes de reproduction)

2 777 113

(21) N° d'enregistrement national :
 98 04177

(51) Int Cl⁶ : H 01 J 29/48, H 01 J 1/30

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 03.04.98.

(30) Priorité :

(71) Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE Etablissement de caractère scientifique technique et industriel — FR.

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 08.10.99 Bulletin 99/40.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Se reporter à la fin du présent fascicule

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(72) Inventeur(s) : BAPTIST ROBERT et BRUEL MICHEL.

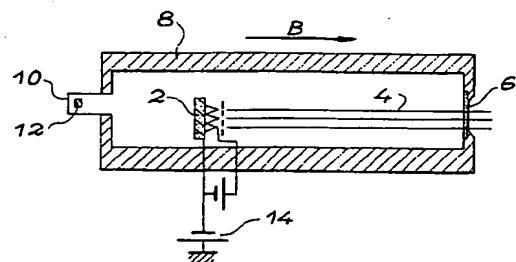
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : BREVATOME.

(54) CANON A ELECTRONS DE TYPE "TORCHE A ELECTRONS".

(57) L'invention concerne un dispositif émetteur d'électrons comportant :

- une enceinte (8) fermée sur un côté par une membrane (6) pouvant être traversée par un faisceau d'électrons (4),
 - une cathode à au moins une micropointe (2), pour émettre un faisceau d'électrons (4).



FR 2 777 113 - A1



CANON A ELECTRONS DE TYPE "TORCHE A ELECTRONS"

Domaine technique et art antérieur

5 L'invention concerne la réalisation d'un canon à électrons, en particulier de type "torche à électrons", ainsi que diverses applications de ce canon à électrons.

10 L'article de L. Hanlon et al. "Electron window cathode ray tube applications", J. Vac. Sci. Technol. B 4(1), p. 305-309, 1986, décrit un tube cathodique classique, dans lequel une partie de la dalle où les électrons devraient frapper le phosphore de l'écran est remplacée par une membrane fine en BN ou SiC. La membrane est suffisamment fine pour que les électrons du faisceau puissent la traverser. Ces électrons ont une énergie de 20 keV ou plus, l'épaisseur de la membrane est supérieure au μm , et sa surface est de l'ordre du mm^2 . 85% du faisceau est transmis et deux applications (fluorescence et photocopie) sont décrites. Mention est également faite de membranes métalliques supportées par un grillage plus épais, afin d'assurer la tenue au vide (membrane gaufrée). A cause de leur épaisseur plus grande, la transmission de ces membranes est moindre.

15 20 25 Dans ce premier document, un canon à électrons, de type "canon TV", produit le faisceau de faible diamètre, et la technologie CRT (Cathodic Ray Tube) est utilisée dans cette réalisation.

30 L'article de J. Wieser et al. "Vacuum ultraviolet rare gas excimer light source", Rev. Sci. Instrum, 68(3), p. 1360-1364 (1997) décrit une expérience dans laquelle des électrons émis par un filament chauffé sont accélérés jusqu'à 10 ou 20 keV,

traversent une fenêtre de 300 nm en Si_3N_4 puis excitent un gaz sous pression (Xénon), créant ainsi un rayonnement UV caractéristique de ce gaz.

Dans ce deuxième document, un faisceau électronique le plus intense possible est recherché 5 afin que la densité de charges injectées dans le gaz soit importante. Ce faisceau électronique est produit par un filament chauffé. Une partie importante de ce faisceau frappe le support de membrane et conduit à un 10 échauffement du support. La consommation de 10W dans le filament laisse supposer que plusieurs mA sont émis, ce qui conduit certainement à chauffer fortement la membrane et son support (au minimum $1\text{mA} \times 20\text{kV} = 20\text{W}$). Un tel dispositif est inapte pour certaines applications, 15 notamment pour des applications en biologie.

Par ailleurs, les dimensions du premier dispositif sont grandes, un canon à électrons mesurant plusieurs centimètres. Quant au deuxième dispositif, la distance d'environ 20 mm, nécessaire pour pouvoir établir une différence de potentiel de 20 keV entre le 20 filament et la membrane, conduit à un éclatement du faisceau d'électrons émis et un rendement très faible puisque seule une fraction du faisceau émis traverse la membrane. A cause de ces pertes d'électrons dans le 25 support de membrane ainsi que dans l'enceinte, cette dernière n'est pas portale à main nue sans protection thermique.

Exposé de l'invention

30 L'invention a tout d'abord pour objet un dispositif émetteur d'électrons comportant :
- une enceinte, fermée sur un côté par une membrane pouvant être traversée par un faisceau d'électrons,

- une cathode à au moins une micropointe, pour émettre un faisceau d'électrons.

L'utilisation d'une cathode à micropointes, qui émettent un faisceau directif, permet de réaliser un dispositif de faibles dimensions, ne présentant pas de problème d'échauffement, donc portable à mains nues et insérable dans un ensemble cryogénique.

Des moyens de guidage d'un faisceau d'électrons émis par la cathode peuvent également être prévus. Ces moyens renforcent le caractère directif du faisceau.

De plus, la consommation de puissance est faible et réduite par rapport aux consommations des torches connues, du fait qu'il n'y a pas de perte de puissance, ni dans l'enceinte, ni dans la membrane ou son éventuel support.

Selon un mode particulier de réalisation, la cathode à micropointe présente une répartition de zones de micropointes, selon un certain dessin, la membrane présentant des zones planes et minces et des zones de renfort plus épaisses, séparant les zones planes et minces selon le dessin de répartition des zones de micropointes.

Ainsi, les parties émissives de la cathode et les portions planes de la membrane, situées entre les zones de renfort, se correspondent deux à deux. Cependant, si à chaque zone de micropointes correspond bien une zone plane de la membrane, il se peut qu'à une zone plane corresponde(nt) une ou plusieurs zones à micropointes. En effet, les renforts n'ont qu'une action mécanique et ne suivent pas nécessairement le dessin des zones à micropointes;

De préférence, les moyens de guidage du faisceau d'électrons comportent des moyens pour

produire un champ magnétique. Ce champ magnétique peut être ajustable en intensité et en direction.

L'invention concerne également diverses applications de la source d'électrons décrite ci-dessus.

En particulier, la source d'électrons peut être appliquée :

- pour pomper optiquement un échantillon solide, émetteur de lumière,
- 10 - pour exciter un milieu gazeux ou liquide, par exemple un gaz rare, afin de produire un rayonnement ultraviolet,
- pour polymériser des composés organiques,
- pour frapper une cible collée contre la membrane et 15 produire un rayonnement X,
- pour brûler ou traiter un tissu biologique.

Brève description des figures

De toute façon, les caractéristiques et 20 avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lumière de la description qui va suivre. Cette description porte sur les exemples de réalisation, donnés à titre explicatif et non limitatif, en se référant à des dessins annexés sur lesquels :

- 25 - La figure 1 représente un premier mode de réalisation de l'invention.
- La figure 2 représente un exemple de cathode à micropointes.
- Les figures 3 et 4 représentent deux autres 30 exemples de réalisation de l'invention.

Exposé détaillé de modes de réalisation de l'invention

Un premier exemple de réalisation de l'invention est illustré en figure 1.

Une cathode à micropointes 2 est disposée dans une enceinte 8. Elle produit et dirige un faisceau d'électrons 4 vers une membrane 6, qui ferme l'enceinte 8 sur un de ses côtés. La cathode 2 est elle-même polarisée à -10kV ou -20kV par rapport à l'enceinte 8 et à la membrane 6. Des moyens peuvent être par ailleurs prévus (par exemple des aimants permanents) pour créer un champ magnétique \vec{B} , par exemple de 1000G à 2000G qui peut être dirigé, et être éventuellement ajustable en direction et en intensité, afin que l'impact des électrons se fasse sur la membrane 6 elle-même, et non pas sur l'enceinte 8 et le pourtour plus épais de la membrane.

Ces moyens de guidage du faisceau d'électrons peuvent ne pas être prévus, par exemple dans le cas où le faisceau n'est pas très intense (par exemple : quelques μ A qui traversent la membrane pour quelques dizaines d'ampère émis).

Pour une épaisseur de membrane de 100 à 300 nm en matériau léger (Si_3N_4 , Si, SiC, diamant, etc...) la transmission de la membrane est grande. La surface de la membrane est typiquement de l'ordre du mm^2 . Les dimensions d'une telle torche, avec une seule cathode, peuvent être, par exemple :

- longueur de l'enceinte 8 : 60 mm,
- diamètre de cette enceinte : 10-15 mm,
- matériau de l'enceinte 8 : conducteur ou céramique, par exemple inox ou alumine,

- membrane : extension de quelques mm^2 pour la zone la plus fine (100nm) ; matériau : Si_3N_4 , Si, SiC, diamant, etc.
- vide dans l'enceinte 8 : de l'ordre de 10^{-8} mbars,
- 5 - cathode 2 : surface émissive $\approx 1\text{mm}^2$; courant émis : 1mA pour 100V de tension d'extraction,
- courant transmis : 0,8 mA pour une tension d'accélération de 20kV.

La cathode 2 est constituée d'une cathode à micropointes, par exemple du même type que celle utilisée et décrite dans le brevet FR-B-2 679 653 (EP-A-0 524 870), et qui est illustrée sur la figure 2. Cette cathode comprend essentiellement, sur un substrat 11, par exemple en verre, une couche de silice 13 recouverte d'une couche résistive 15, par exemple en silicium. Sur la couche résistive 15, sont situées 1 ou 2 électrodes cathodiques 16 destinées à l'alimentation des micropointes 17 qui sont par exemple en molybdène. Une couche isolante 18 percée de trous dans lesquels se trouvent les micropointes 17 sépare l'électrode ou les électrodes cathodiques 16 de l'électrode ou des électrodes de grille d'extraction des électrons 19 (qui peuvent être en Niobium). La grille d'extraction d'électrons 19 est ajourée au-dessus de chaque micropointe 17 de façon à permettre l'émission des électrons. Pour une seule cathode à micropointes non matricée, il y a au minimum une électrode pour polariser les pointes 16 et une électrode pour polariser la grille 19.

30 Les micropointes 17 étant portées à un potentiel V_p , les électrodes de grille 19 à un

potentiel V_g , les électrons sont émis avec une énergie cinétique initiale $-e \cdot (V_g - V_p)$.

Pour plus de détails concernant cette cathode, on se reportera au document FR-B-2 679 653 5 (EP-A-0 524 870), notamment en ce qui concerne le choix des matériaux dont est constituée une telle cathode.

Un procédé de réalisation de cette cathode est par exemple décrit dans les brevets FR-2 663 462 et FR-2 593 953, et comporte essentiellement la mise en 10 oeuvre des techniques de dépôt de couches par évaporation et pulvérisation cathodique, de photogravure et de gravure ionique réactive des couches formées.

La réalisation d'une structure matricielle pour 15 cette cathode est possible, par exemple si on veut disposer de deux émetteurs ou plus sur le même substrat de cathode, comme expliqué ci-dessous.

Comme illustré sur la figure 3, dans le cas d'une membrane 26 de plus grande surface, celle-ci peut 20 être structurée et plus épaisse par endroits afin de résister à la flexion, c'est-à-dire à la différence de pression entre extérieur et intérieur de l'enceinte. La membrane présente alors des zones planes 26-1, 26-3 et des zones de renfort 26-2, 26-4, 26-6. Dans ce cas, la 25 cathode à micropointes 22 peut être elle-même structurée (éventuellement sous forme de cathode matricielle, avec des zones indépendantes les unes des autres) afin que les électrons émis aillent dans les zones amincies 26-1, 26-3 plutôt que dans les zones épaisse de la membrane 26-2, 26-4, 26-6 (ce qui, 30 sinon, conduirait à un échauffement de la membrane, à

cause d'une forte absorption du faisceau d'électrons et, peut-être, à sa rupture).

Les enceintes 8, 28 sont de plus reliées à des moyens de pompage, non représentés sur les figures 1, 3 5 pour réaliser une mise sous vide à une pression voulue, par exemple de l'ordre de 10^{-7} à 10^{-8} mbar.

Sur les deux figures 1 et 3, les références 20, 30 désignent toutes deux un queusot de l'enceinte 8, 28, et les références 12, 32 un piège (ou "getter") 10 permettant d'absorber des impuretés résiduelles, contenues dans l'enceinte 8, 28 afin de maintenir le vide de base lorsque les moyens de pompage ont été déconnectés. Des moyens 14, 34 d'alimentation en tension fournissent les tensions nécessaires au 15 fonctionnement des cathodes 2, 22.

Un autre exemple de réalisation est donné en figure 4. Une membrane 36 est réalisée sur une structure de renfort 37, et présente un diamètre D 20 d'environ 3 mm. La cathode à micropointes 42 présente autant de zones émissives qu'il y a de zones planes dans la membrane 36.

Dans cette application, la cathode émet simultanément plusieurs faisceaux d'électrons.

25 Chaque zone de la cathode à micropointes peut, par exemple, émettre un faisceau de diamètre $d \approx 100 \mu\text{m}$. L'ensemble des zones émissives de la cathode est réalisé sur un substrat 44 de largeur $L \approx 10\text{mm}$. La structure illustrée ainsi schématiquement comporte en 30 outre des moyens non représentés sur la figure 4 et déjà décrits ci-dessus : queusot, getter, moyens pour

produire un champ magnétique de direction et d'intensité définies ou variables.

La cathode à micropointes peut présenter une répartition quelconque de zones à micropointes, en 5 fonction de l'application voulue.

Quelle que soit la répartition des micropointes, la membrane peut être munie d'un grillage de renfort reproduisant le dessin de la partie complémentaire de cette répartition, afin que cathode 10 et membrane soient deux images homologues, voire homothétiques.

Selon une autre variante, on peut avoir une membrane de forme longiligne placée derrière une cathode elle aussi longiligne, tout en ayant une 15 émission d'électrons uniforme sur toute la longueur de la membrane. Cette possibilité n'existe pas avec une source d'électrons de type "filament", car la partie centrale de celui-ci est toujours beaucoup plus chaude que ses bords et, donc, l'émission d'électrons est bien 20 plus forte au centre que sur les bords.

Des applications du dispositif selon l'invention vont être décrites.

Selon une première application, le dispositif 25 peut être utilisé pour générer un faisceau d'électrons de 10 à 20 keV. Ce faisceau frappe un échantillon émetteur de lumière, de type composé semi-conducteur III-V, pour générer de la lumière bleue ou ultraviolette (composé de type GaN ou AlN en structure 30 de puits quantique). C'est un "laser à micropointes", dans lequel la source de lumière est placée à l'extérieur du vide, bien qu'au plus près de la membrane.

Selon une autre application, les électrons produits peuvent être injectés dans un gaz ou un liquide afin d'y induire une excitation lumineuse (par exemple dans du xénon gazeux ou liquide (-110°C), la désexcitation des excimères produisant des transitions par exemple à 170 nm). Le dispositif peut être celui de l'article de Wieser, la source d'électrons étant celle selon l'invention.

Selon d'autres applications, on peut utiliser un faisceau d'électrons produit par la source selon l'invention, pour :

- polymériser des composés organiques,
- frapper une cible d'un matériau apte à produire un rayonnement X, par exemple un matériau tel que Mo ou Cr "collé" contre la membrane ou proche de celle-ci, et produire une émission X. Le refroidissement de la cible est alors grandement facilité par le fait que celle-ci se trouve à l'extérieur du vide de la chambre contenant la source d'électrons. De plus, l'anode est interchangeable facilement.
- "brûler" un tissu biologique, comme le ferait un laser, mais sur une profondeur de pénétration bien moindre, d'où des applications possibles en dermatologie.

Enfin, on dispose d'une source d'électrons miniature apte à être utilisée dans toute application où la source doit être protégée de son environnement. Par exemple, on peut placer cette source dans une source à plasma à haute pression, afin d'injecter des électrons à celui-ci.

REVENDICATIONS

1. Dispositif émetteur d'électrons comportant :
 - une enceinte (8, 28) fermée sur un côté par une membrane (6, 26) pouvant être traversée par un faisceau d'électrons,
 - une cathode à au moins une micropointe (2, 22), pour émettre un faisceau d'électrons (4, 24).
2. Dispositif selon la revendication 1, la cathode à micropointes ayant une répartition des micropointes par zones, selon un certain dessin, chaque zone comportant au moins une micropointe, la membrane présentant des zones planes (26-1, 26-3) et une ou plusieurs zones de renfort (26-2, 26-4, 26-6) plus épaisses séparant les zones planes, chaque zone de micropointe étant en regard d'une zone plane.
3. Dispositif selon l'une des revendication 1 ou 2, comprenant en outre des moyens de guidage des électrons émis par la cathode, vers la membrane.
4. Dispositif selon la revendication 3, les moyens de guidage du faisceau d'électrons comportant des moyens pour produire un champ magnétique.
5. Dispositif selon la revendication 4, le champ magnétique étant ajustable en intensité et en direction.
6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, la membrane et la cathode étant toutes deux de forme longiligne.
7. Dispositif de production d'un rayonnement électromagnétique, comportant :
 - un solide pouvant émettre un tel rayonnement, sous impact électronique,

- un dispositif selon l'une des revendications 1 à 6 pour produire un faisceau d'électrons d'excitation du solide.

8. Dispositif de production d'un rayonnement X, 5 comportant un dispositif selon la revendication 7, le solide étant une cible d'un matériau disposé face à la membrane du dispositif émetteur d'électrons.

9. Dispositif de production d'un rayonnement ultraviolet, comportant : 10 - une cellule contenant un gaz rare, dans l'état gazeux ou liquide, munie d'une fenêtre optique transparente à la longueur d'onde de travail,
- un dispositif émetteur d'électrons selon l'une des revendications 1 à 6.

15 10. Procédé de polymérisation d'un composé organique comportant la production d'un faisceau d'électrons à l'aide d'un dispositif selon l'une des revendications 1 à 6 et la polymérisation du composé organique avec ce faisceau d'électrons.

20 11. Procédé pour traiter un tissu biologique comportant les étapes suivantes :

- produire un faisceau d'électrons à l'aide d'un dispositif selon l'une des revendications 1 à 6,
- traiter le tissu à l'aide de ce faisceau d'électrons.

25 12. Dispositif pour traiter un tissu biologique comportant un dispositif émetteur d'électrons selon l'une des revendications 1 à 6.

112

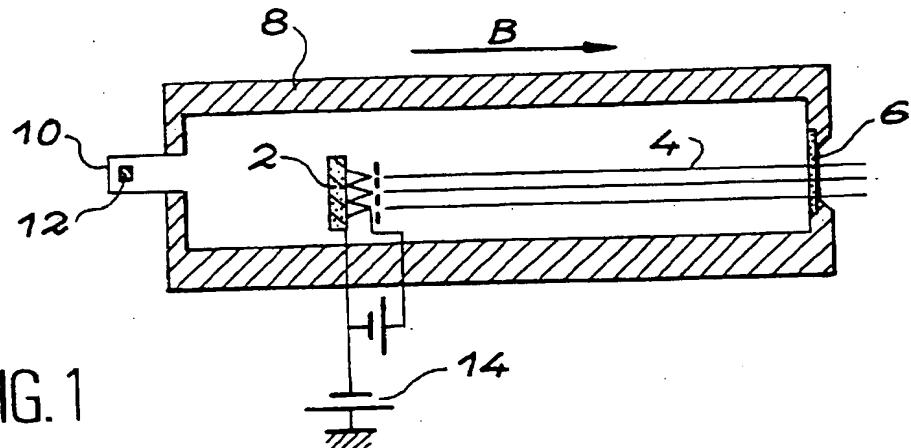


FIG. 1

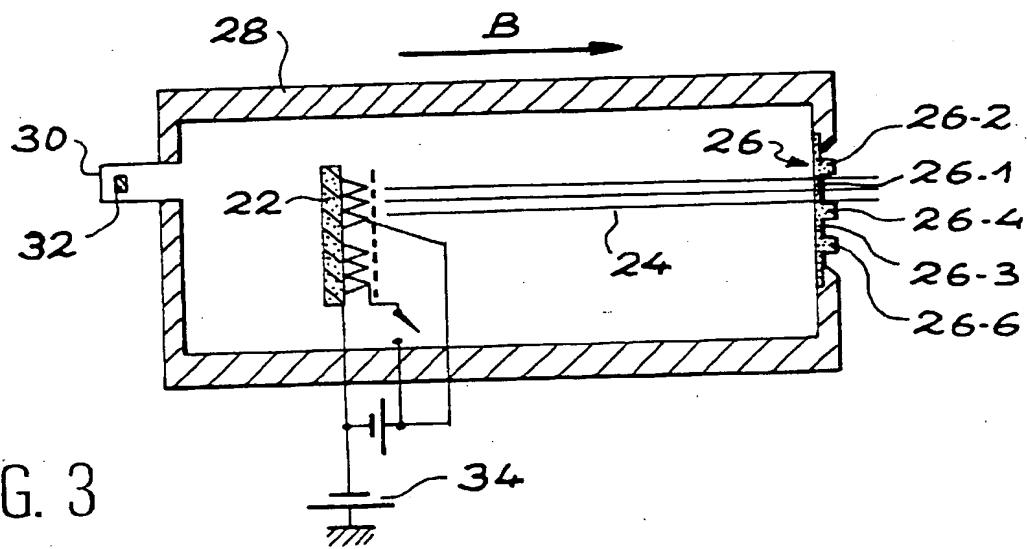


FIG. 3

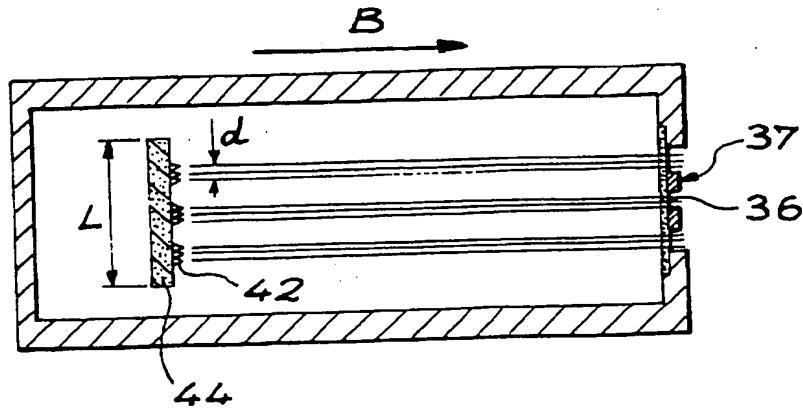
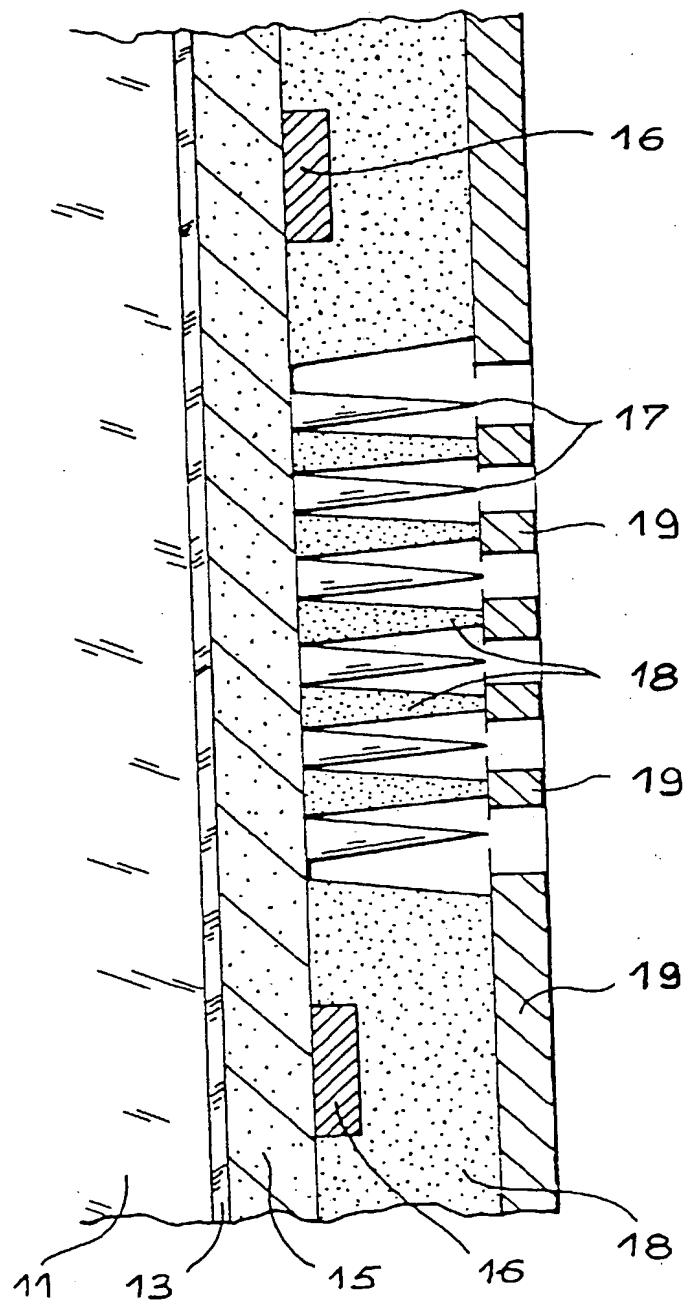


FIG. 4

212



REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLERAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIREN° d'enregistrement
nationalétabli sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la rechercheFA 559655
FR 9804177

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	GB 2 067 007 A (MASCHF AUGSBURG NUERNBERG AG) 15 juillet 1981 * page 1, ligne 5 - ligne 23 * * page 3, ligne 53 - ligne 91 * * figure 3 *	1,6,10
Y	---	3-5,7-9
Y	US 4 396 841 A (RAZIN GENNADY I ET AL) 2 août 1983 * abrégé *	3-5
D,A	HANLON L ET AL: "Electron window cathode ray tube applications" PROCEEDINGS OF 29TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ELECTRON, ION AND PHOTON BEAMS, PORTLAND, OR, USA, 28-31 MAY 1985, vol. 4, no. 1, pages 305-309, XP002087161 ISSN 0734-211X, Journal of Vacuum Science & Technology B (Microelectronics Processing and Phenomena), Jan.-Feb. 1986, USA	1,3
A	US 3 683 179 A (NORMAN JOHN R) 8 août 1972 * figure 2 * * colonne 1, ligne 2 - ligne 38 *	2,10
Y	US 3 890 503 A (BREWSTER JOHN L) 17 juin 1975 * figure 6A *	7-9
D,A	WIESER J ET AL: "VACUUM ULTRAVIOLET RARE GAS EXCIMER LIGHT SOURCE" REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS, vol. 68, no. 3, mars 1997, pages 1360-1364, XP000685060 * le document en entier *	9
1	Date d'achèvement de la recherche 8 décembre 1998	Examinateur Colvin, G
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
nationalFA 559655
FR 9804177

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 3 956 712 A (HANT WILLIAM) 11 mai 1976 * colonne 5, ligne 35 - ligne 40 *	11,12	
1			
	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
	8 décembre 1998	Colvin, G	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
EPO FORM 1503 03/92 (P04C13)			